

**VIII Международная научно-практическая конференция****«Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине»**

Секция 6. Актуальные вопросы ядерного нераспространения, безопасность и экология ядерной отрасли

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Рискин И. Ученые предлагают новый способ утилизации радиоактивных отходов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.golos-ameriki.ru/content/new-method-utilization-radioactive-waste-2010-05-15-93856579/184977.html>
2. Утилизация НСРО (радиоактивные отходы). [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.t-eng.ru/pererabotka-tro>

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УРАНА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ**С.П. Дубровка, С.С. Чурсин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [ms.dubrovka@mail.ru](mailto:ms.dubrovka@mail.ru)

Одной из актуальных проблем современности в области ядерных технологий является обеспечение специального обращения по отношению к ядерным материалам, так как они представляют значимую энергетическую и коммерческую ценности, а также несут в себе потенциальную угрозу радиационного заражения. В рамках специального обращения с ядерными материалами необходимо обладать информацией о полном качественном и количественном составе образца. Спектрометрические методы эффективно решают данную задачу. Одним из таких методов является рентгенофлуоресцентный анализ (далее – РФА), который представляет собой быстрый, неразрушающий и безопасный для окружающей среды метод анализа, обладающий высокой точностью и воспроизводимостью результатов.

В данной работе разработана методика определения концентрации урана в водных растворах азотнокислого уранила  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  на волнодисперсионном кристалл-дифракционном РФА спектрометре Спектроскан МАКС-G. Особенности азотнокислого уранила является то, что это соединение широко используется на многих этапах ядерного топливного цикла, начиная от вскрытия руды и заканчивая экстракционным разделением урана и плутония в отработавшем ядерном топливе, а также оно легко растворяется в воде и, соответственно, является более безопасным в обращении.

Процесс создания методики был разбит на несколько основных этапов: пробоподготовка, непосредственно измерения, получение градуировочной характеристики, апробация на растворах с неизвестной концентрацией. Пробоподготовка осуществлялась путем размешивания определенного количества порошка  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  в 100 мл воды. Были подготовлены пробы с концентрациями – 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 15, 17, 20, 50, 70 и 100 г/л. Измерения проводились на двух кристаллах-анализаторах – LiF(200) и  $\text{COO}_2$ . Характеристические линии урана были обнаружены в первом и втором порядке отражения на кристалле-анализаторе LiF(200) и во втором порядке на  $\text{COO}_2$ . Для методики были отобраны пять характеристических линий урана, которые видны в обоих порядках отражения и на обоих кристаллах. Это позволяет снизить погрешность измерения, а также практически полностью исключить случайную погрешность. По подготовленным пробам построена градуировочная характеристика и измерены пробы неизвестных концентраций урана в водном растворе.

Таким образом, в ходе работы была создана и апробирована методика определения количественного содержания урана в водном растворе. Применение данной методики на разных стадиях ядерного топливного цикла позволит упростить основные производственные процессы, а также повысить их эффективность и экспрессность. Стоит так же отметить, что данная методика не зависит от химического соединения урана, необходимо лишь, чтобы это соединение растворялось в воде.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бахтиаров А.В., Савельев С.К. Рентгенофлуоресцентный анализ минерального сырья.// Бахтиаров А.В., Савельев С.К.– СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2014. – 132 с.

2. Райлли Д., Энслин Н., Смит Х., Крайнер С. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов: Пер. с англ. – М.: ЗАО «Издательство Бином», 2000. – 720 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБНАРУЖЕНИЯ ЯДЕРНОГО МАТЕРИАЛА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Дудкин, В.И. Бойко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [atomlink@mcc.krasnoyarsk.su](mailto:atomlink@mcc.krasnoyarsk.su)

Своевременное обнаружение несанкционированного перемещения ядерных материалов в системах физической защиты (СФЗ) ядерных объектов является одной из наиболее актуальных задач в рамках общей задачи обеспечения режима нераспространения ядерных материалов.

Радиационные порталные мониторы (РПМ) находят широкое применение в системах физической защиты и обеспечивают приемлемые значения порогов обнаружения ядерных материалов. Однако заявленные производителями пороги обнаружения ядерных материалов подтверждаются только при определенных условиях. На практике часто возникает потребность в размещении РПМ в условиях, отличающихся от условий, при которых подтверждаются пороги обнаружения. Оценить при этом, как изменится эффективность обнаружения ядерного материала при его перемещении через зону контроля РПМ, в настоящее время возможно только путём проведения серии натурных экспериментов с использованием образцов ядерного материала, либо путём выполнения сложных расчётов.

Перспективным инструментом, позволяющим оценить эффективность обнаружения ядерного материала с помощью РПМ в различных условиях, представляется использование динамической модели процесса обнаружения ядерного материала при его перемещении через зону контроля РПМ [1]. Динамическая модель позволяет, задав исходные данные о конфигурации РПМ, образце ядерного материала и условиях проведения эксперимента, провести большое число экспериментов без привлечения людских, временных и материальных ресурсов и получить в качестве результата репрезентативные статистические данные о возможности (вероятности) обнаружения образца ядерного материала и траекториях (зонах) чувствительности РПМ. Кроме того, с помощью динамической модели процесса обнаружения ядерного материала возможно автоматизировать решение следующих задач:

1. Определение оптимальной конфигурации РПМ для обеспечения надёжного обнаружения несанкционированного перемещения ядерных материалов с учётом специфики ядерного объекта и условий конкретного места размещения РПМ на стадии концептуального проектирования СФЗ или при подготовке технического задания на создание (совершенствование) СФЗ.
2. Определение возможности (вероятности) обнаружения образца ядерного материала, находящегося в защитном контейнере.
3. Оценка наличия «мертвых зон» (траекторий минимальной чувствительности) РПМ при проведении объектового контроля СФЗ, а также в ходе подготовки исходных данных для проведения оценки эффективности СФЗ в целом.

Результаты, полученные с помощью данного инструмента, могут способствовать принятию оптимальных проектных решений в сфере обеспечения безопасного хранения ядерных материалов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по методам измерений ядерных материалов. Под редакцией Д. Роджерса.-М.: БИНОМ, 2009. – 695 с.